

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
2024-2025 учебный год
АСТРОНОМИЯ
10 класс**

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические и тестовые задания. Время выполнения заданий тура 3 академических часа (180 минут).

Выполнение теоретических заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание и определите, наиболее верный и полный ход решения и ответ;
- отвечая на теоретический вопрос, обдумайте и сформулируйте конкретный ответ только на поставленный вопрос;
- если Вы отвечаете на задание, связанное с заполнением таблицы или схемы, не старайтесь чрезмерно детализировать информацию, вписывайте только те сведения или данные, которые указаны в вопросе;
- после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности выбранных Вами ответов и решений.

Выполнение тестовых заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание;
- определите, какой из предложенных вариантов ответа (в случае использования заданий с выбором ответа) наиболее верный и полный;
- напишите букву (цифру), соответствующую выбранному Вами ответу;
- продолжайте, таким образом, работу до завершения выполнения тестовых заданий;
- после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности ваших ответов.

Не спешите сдавать решения досрочно, еще раз проверьте все решения и ответы. Задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдадите его членам жюри.

Максимальная оценка – 48 балла.

Задание №1

На широте Санкт-Петербурга одновременно взошли две звезды. Склонение первой равно -6^0 , склонение второй равно $+5^0$. Какая из звезд зайдет раньше?

Максимальный балл 8.

Задание №2

С поверхности Земли проводится радиолокация астероида, движущегося в плоскости эклиптики по круговой орбите. Известно, что в максимальной элонгации сигнал до астероида идет втрое дольше, чем в нижнем соединении. Определите радиус орбиты астероида.

Максимальный балл 8.

Задание №3

Искусственный спутник Земли двигался по круговой орбите. В результате маневра его перевели на орбиту с радиусом на 50% больше. Оказалось, что орбитальная скорость на новой орбите на 1 км/с меньше, чем на первоначальной. Определите радиус первоначальной орбиты.

Максимальный балл 8.

Задание №4

Обнаружена планетная система у звезды радиусом $R = 2R_{\odot}$, которая имеет три планеты, расположенные близко к родительской звезде: горячий нептун и два горячих юпитера ($R_1 = 2R_{\text{Ю}}$, $R_2 = 1.4R_{\text{Ю}}$, $R_3 = 1.5R_{\text{Н}}$). Найдите максимальное падение блеска в звёздных величинах этой системы для наблюдателя, находящегося достаточно далеко от системы в плоскости орбит планет этой системы. Потемнением диска звезды к краю пренебречь. $R_{\odot}$ – радиус Солнца, $R_{\text{Ю}}$ – радиус Юпитера и $R_{\text{Н}}$ – радиус Нептуна.

Максимальный балл 8.

Задание №5

В телескоп с диаметром 20 см и фокусным расстоянием 1000 мм фотографируют Марс в момент великого противостояния (расстояние между Марсом и Землей 0.38 а.е.) на ПЗС-матрицу с размером пикселя 5 мкм. Сколько пикселей занимает Марс? Сколько фотонов будет в каждом пикселе при выдержке 1/200 секунды? Считайте, что от звезды нулевой звёздной величины приходит 10^6 фотонов за 1 секунду на 1 см^2 . Звёздная величина Марса во время великих противостояний -2.9^{m} .

Максимальный балл 8.

Задание №6

Вокруг звезды наблюдается пылевая оболочка. Моделирование показало, что она состоит из пылинок радиусом 0,1 мкм, внутренний радиус оболочки равен 2 а.е., толщина оболочки равна 15 млн км, концентрация пыли 1 м^{-3} (1 пылинка в кубическом метре). Чему равен объём пространства, занимаемый оболочкой? Ответ представьте в кубических астрономических единицах (а.е.³). Сколько астероидов радиусом 10 км надо раздробить, чтобы получить такую же пылевую оболочку? Ответ округлите до целых.

Максимальный балл 8.

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$	Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Скорость света в вакууме $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$	

Данные о Солнце

Радиус 695 000 км	Абсолютная визуальная звездная величина $+4,8^{\text{m}}$
Масса $1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$	Абсол. болометрическая звездная величина $+4,7^{\text{m}}$
Светимость $3,88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$	Показатель цвета (B-V) $+0,67^{\text{m}}$
Поток солн. энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м^2	Температура поверхности около 6000K
Видимая звездная величина $-26,8^{\text{m}}$	Средний горизонтальный параллакс $8,794''$

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0,017	Экваториальный радиус 6378,14 км
Тропический год 365,24219 суток	Полярный радиус 6356,77 км
Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды	Масса $5,974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года: $23^\circ 26' 21,45''$	Средняя плотность $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км	Радиус 1738 км
Эксцентриситет орбиты 0,055	Масса $7,348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ или $1/81,3$ массы Земли
Наклон плоскости орбиты к эклиптике $5^\circ 09'$	Средняя плотность $3,34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
Сидерический (звездный) период обращения 27,321662 сут.	Визуальное геометрическое альbedo 0,12
Синодический период обращения 29,530589 суток	Видимая звезд. величина в полнолуние $-12,7^{\text{m}}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Гео-метр, аль-bedo	Видимая звездная величина**
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	$1,989 \cdot 10^{30}$	332946	695000	108,97	1,41	25,380 сут	7,25	-	-26,8
Меркурий	$3,302 \cdot 10^{23}$	0,05271	2439,7	0,3825	5,42	58,646 сут	0,00	0,10	-0,1
Венера	$4,869 \cdot 10^{24}$	0,81476	6051,8	0,9488	5,20	243,019 сут*	177,36	0,65	-4,4
Земля	$5,974 \cdot 10^{24}$	1,00000	6378,1	1,0000	5,52	23,934 час	23,45	0,37	-
Марс	$6,419 \cdot 10^{23}$	0,10745	3397,2	0,5326	3,93	24,623 час	25,19	0,15	-2,9
Юпитер	$1,899 \cdot 10^{27}$	317,94	71492	11,209	1,33	9,924 час	3,13	0,52	-2,9
Сатурн	$5,685 \cdot 10^{26}$	95,181	60268	9,4494	0,69	10,656 час	25,33	0,47	-0,5
Уран	$8,683 \cdot 10^{25}$	14,535	25559	4,0073	1,32	17,24 час*	97,86	0,51	5,7
Нептун	$1,024 \cdot 10^{26}$	17,135	24746	3,8799	1,64	16,11 час	28,31	0,41	7,8
Плутон	$1,5 \cdot 10^{22}$	0,003	1160	0,1819	1,1	6,387 сут*	122,52	0,3	13,7

* - обратное вращение.

** - для наибольшей элонгации Меркурия и Венеры и наиболее близкого противостояния внешних планет.

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Гео-метр, аль-bedo	Видимая звездная величина**
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли	г·см ⁻³		градусы		<i>m</i>
Солнце	$1,989 \cdot 10^{30}$	332946	695000	108,97	1,41	25,380 сут	7,25	-	-26,8
Меркурий	$3,302 \cdot 10^{23}$	0,05271	2439,7	0,3825	5,42	58,646 сут	0,00	0,10	-0,1
Венера	$4,869 \cdot 10^{24}$	0,81476	6051,8	0,9488	5,20	243,019 сут*	177,36	0,65	-4,4
Земля	$5,974 \cdot 10^{24}$	1,00000	6378,1	1,0000	5,52	23,934 час	23,45	0,37	-
Марс	$6,419 \cdot 10^{23}$	0,10745	3397,2	0,5326	3,93	24,623 час	25,19	0,15	-2,9
Юпитер	$1,899 \cdot 10^{27}$	317,94	71492	11,209	1,33	9,924 час	3,13	0,52	-2,9
Сатурн	$5,685 \cdot 10^{26}$	95,181	60268	9,4494	0,69	10,656 час	25,33	0,47	-0,5
Уран	$8,683 \cdot 10^{25}$	14,535	25559	4,0073	1,32	17,24 час*	97,86	0,51	5,7
Нептун	$1,024 \cdot 10^{26}$	17,135	24746	3,8799	1,64	16,11 час	28,31	0,41	7,8
Плутон	$1,5 \cdot 10^{22}$	0,003	1160	0,1819	1,1	6,387 сут*	122,52	0,3	13,7

* - обратное вращение.

** - для наибольшей элонгации Меркурия и Венеры и наиболее близкого противостояния внешних планет.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРБИТ ПЛАНЕТ

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн. км	а.е.		градусы		сут.
Меркурий	57,9	0,3871	0,2056	7,004	87,97 сут	115,9
Венера	108,2	0,7233	0,0068	3,394	224,70 сут	583,9
Земля	149,6	1,0000	0,0167	0,000	365,26 сут	—
Марс	227,9	1,5237	0,0934	1,850	686,98 сут	780,0
Юпитер	778,3	5,2028	0,0483	1,308	11,862 лет	398,9
Сатурн	1429,4	9,5388	0,0560	2,488	29,458 лет	378,1
Уран	2871,0	19,1914	0,0461	0,774	84,01 лет	369,7
Нептун	4504,3	30,0611	0,0097	1,774	164,79 лет	367,5
Плутон	5913,5	39,5294	0,2482	17,148	248,54 лет	366,7